

MENU **SEARCH** **INDEX** **DETAIL** **JAPANESE**

1 / 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-057361
(43)Date of publication of application : 27.02.2001

(51)Int.Cl. H01L 21/3065
C23F 4/00
H05H 1/46

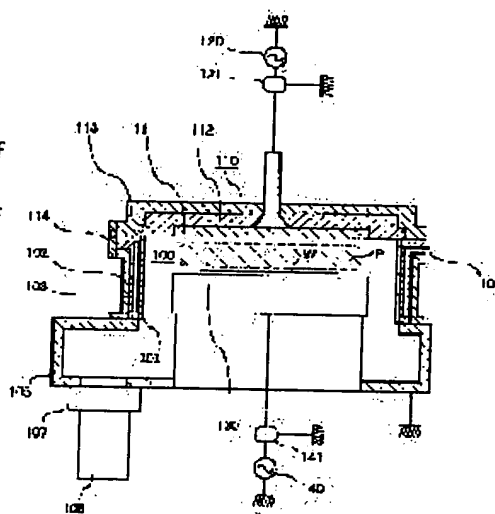
(21)Application number : 11-232130
(22)Date of filing : 19.08.1999

(71)Applicant : HITACHI LTD
(72)Inventor : TAMURA SATOYUKI
TAKAHASHI NUSHITO
SUEHIRO MITSURU
MASUDA TOSHIO
FUKUYAMA RYOJI

(54) PLASMA PROCESSOR**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To cover a metal of a plasma processor and suppress metal contamination by a method wherein, on the plasma processor having means for making plasmatic an ingredient gas and means for installing a processing sample, a resinous layer is arranged on an inner wall surface of the plasma processing chamber.

SOLUTION: It is preferable that, in a side wall 102 of a plasma process chamber 100 and a side wall inner unit 103, a surface treatment is performed on the surface with plasma-resistant anodic oxide coating, etc., as aluminum, for example, and a side wall sleeve 101 made of polyetherimide is arranged as a resinous layer inside the side wall inner unit 103. A gas such as C₄F₈+Ar+ O₂, etc., as a gas required for an etching process of a wafer W is supplied from gas supply means to the processing chamber 100, and simultaneously the processing chamber 100 is adjusted so as to be a predetermined process pressure by a vacuum exhaust system 106. Next, a power of 450 MHz is supplied from a high frequency power source 120, so that electromagnetic waves are radiated, and a plasma P is generated in the processing chamber 100.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 12.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

【特許請求の範囲】

【請求項1】真空排気手段と、原料ガス供給手段と、該原料ガス供給手段から供給される原料ガスをプラズマ化する手段と、被加工試料を設置する手段を有するプラズマ処理装置において、プラズマ処理室の内壁面に樹脂層を具備したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】請求項1記載のプラズマ処理装置において、前記樹脂層は温度調節手段を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】請求項1記載のプラズマ処理装置において、前記樹脂層をプラズマ処理室内壁に密着させ、接触熱伝導により温度調節することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】請求項1記載のプラズマ処理装置において、前記樹脂層をプラズマ処理室内壁面から着脱可能なごとく具備したことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】真空排気手段と、原料ガス供給手段と、該原料ガス供給手段から供給される原料ガスをプラズマ化する手段と、被加工試料を設置する手段を有するプラズマ処理装置において、30℃以下の温度雰囲気中で、プラズマ処理室の円筒形側壁の内径より小さい外径をもつ円筒形樹脂層をプラズマ処理室の内壁面に設け、プラズマ加熱あるいは処理室の加熱による熱膨張で円筒形側壁と円筒形樹脂層とが密着するように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】請求項5記載のプラズマ処理装置において、プラズマ処理室側壁および樹脂層の熱膨張を拘束する手段がない自由状態の場合、側壁の内側の直径より樹脂層の外側の直径が0.05mm～0.5mm大きく、30℃以下の温度の場合、側壁の内側の直径より樹脂層の外側の直径が小さいことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項7】請求項1から6記載のプラズマ処理装置において、前記樹脂層がポリエーテルイミドであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体等の製造分野で適用されるプラズマエッチング装置に関し、特に、異物低減および金属汚染を抑制できるプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体の高密度化と高集積化に伴い、加工工程において被処理基板に異物が付着しないように管理することがますます重要となっている。また、ゲートも微小化され、必要な特性を確保するために、金属汚染も厳しく管理されている。従来、シリコン酸化膜のエッチングにおいては、 CF_4 、 C_2F_6 等のフッ化炭素系のガスを含む混合ガスのプラズマが用いられている。特に、窒化シリコンのエッチング速度を抑制しながら酸化

シリコンをエッチングするために、C/F比の高い条件が用いられるようになってきた。しかし、C/F比の高いフッ化炭素系のガスのプラズマによって、重合物がプラズマ処理室に堆積しやすいという不具合がある。

【0003】これに対し、従来、石英のカバーを処理室内に設けて、プラズマ処理室内壁からの重金属汚染を抑制するとともに、石英のカバーに重合物を堆積させ、重合物の厚みが増して剥がれて異物になる前に処理室を大気開放し、洗浄済みの石英部品と交換するという方法が取られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、薄いカバー状の石英部品は、高価で、壊れ易く、また、安定的に重合物を堆積できる量が十分多くないため、石英部品を交換する頻度が高いという不具合があった。

【0005】本発明の目的は、炭素元素を含むガスを用いるプラズマ処理装置において被処理基板の金属汚染と異物の発生を抑制するプラズマ処理室を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のプラズマ処理装置は、請求項1に記載されているように、プラズマ処理室の内壁面に樹脂層を具備する。これにより、プラズマ処理室の金属をカバーすることができ、金属汚染を抑制することができる。また、炭素系のガスを用いてのプラズマ処理で、樹脂の一部や全体がエッチングされ、プラズマ中にその成分が放出される場合、樹脂は炭素が主成分であるため、プラズマの特性変化は小さい。また、重合物が堆積する場合、樹脂とプラズマ重合物はどちらも炭素系の化合物(重合物)なので、熱膨張係数が近く、石英や他の無機物のカバーと比べて、より厚くまで安定に堆積する。

【0007】請求項2に記載されているように、上記樹脂層は、温度調節手段を有するとより好ましい。これにより、樹脂層の温度変動が抑えられ、堆積物がより剥がれにくくなることがわかっている。樹脂層をプラズマ処理室内壁に密着させることにより、プラズマ処理室の温度調節をすれば、樹脂層は接触熱伝導により温度調節されるので、温度調節が容易である。また、樹脂層をプラズマ処理室内壁面から着脱可能なごとく配設することにより、樹脂層の交換時間を短縮することができる。これは、プラズマ処理の中断時間を短縮させ、装置の稼働率を向上させる。

【0008】また、請求項5に記載されているように、30℃以下の温度雰囲気において、プラズマ処理室の円筒形側壁の内径より小さい外径をもつ円筒形樹脂層をプラズマ処理室の内壁面に配設し、プラズマ加熱あるいは処理室の加熱による熱膨張で側壁と前記円筒形樹脂層が密着する方法を用いることで、樹脂層の温度調節を処理室の温度調節で行うことができ、かつ、樹脂層を短時間で

交換できる。

【0009】また、樹脂層が円筒形で、30℃以下の温度雰囲気において、処理室内径より大きい径とし、樹脂層の配設時に処理室を加熱し処理室内径が樹脂層の外径より大きい状態で樹脂層をはめ込む方法によっても側壁と樹脂層が密着する構造にすることができる。

【0010】また、円筒形の樹脂層の寸法に関して、プラズマ処理中のプラズマ処理室側壁および樹脂層の温度において、プラズマ処理室側壁および樹脂層の熱膨張を拘束する手段がない自由状態において、側壁の内側の直径より、樹脂層の外側の直径が0.05mm～0.5mm大きくなるよう樹脂層を作成するのがよい。それは、0.05mmより小さいと密着力が小さく、側壁との熱伝導が低下してしまうし、一方0.5mmより大きいと、樹脂層の永久変形(クリープ)を引き起こすからである。

【0011】半導体基板のプラズマ処理室に用いる樹脂層の材料としては、Naなどの不純物濃度が低いことが必要である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態例を図面を参照しつつ説明する。

【0013】図1は、本発明を有磁場UHF帯電磁波放射方式のプラズマエッチング装置へ適用した実施例を示すもので、プラズマ処理室の内壁に樹脂層を配設した状態を概略的に示すものである。

【0014】図1において、処理室100は、 10^{-6} Torr程度の真空度を達成可能な真空容器であり、その上部に電磁波を放射するアンテナ110を、下部にはウエハなどの試料Wを載置する下部電極130を備えている。アンテナ110と下部電極130は、平行して対向する形で設置される。処理室100の周囲には、図示していないが、たとえば電磁コイルとヨークよりなる磁場形成手段が設置されている。

【0015】そして、アンテナ110から放射される電磁波と図示していない磁場形成手段で形成される磁場との相互作用により、処理室内部に導入された処理ガスをプラズマ化して、プラズマPを発生させ、試料Wを処理する。

【0016】処理室100は、接続された真空排気系106により真空排気され、圧力制御手段107により圧力が制御される。試料のエッチング処理を行なう処理ガスは、図示していないガス供給手段から所定の流量と混合比をもって処理室100に供給される。真空室105はアース電位となっている。処理室100の側壁102には、側壁インナーユニット103が交換可能に設置され、熱媒体供給手段104から熱媒体が循環供給されて、内表面の温度が0℃～100℃、望ましくは20℃～80℃の範囲で、±10℃以内の精度をもって制御される。あるいはヒータ加熱機構と温度検知手段によって制御してもよい。本一実施例では、側壁は50℃としてあ

る。

【0017】側壁102、側壁インナーユニット103はたとえばアルミニウムとして、表面に耐プラズマ性のアルマイトなどの表面処理を施すのが望ましい。また、本発明に特徴的な点として、側壁インナーユニットの内側に樹脂層としてポリエーテルイミド製の側壁スリーブ101を設けている。

【0018】アンテナ110は、円板状導電体111と誘電体部品112からなり、真空容器の一部としてのハウジング113に保持される。

【0019】アンテナ110には、高周波電源120が、マッチング回路・フィルタ系121を介して接続される。高周波電源120は、アンテナに300 MHz～1 GHzのUHF帯周波数のアンテナ電力と数10 kHzから数10 MHzの範囲の周波数のバイアス電力を印加する。本一実施例では、アンテナ電力の周波数を450 MHzとしている。一方、アンテナバイアス電力の周波数は13.56 MHzとしている。アンテナの下面とウエハWとの距離(以下、ギャップと呼ぶ)は、30mm以上150mm以下、望ましくは50mm以上120mm以下とする。このギャップが広いほど側壁がプラズマに与える影響が大きく、樹脂層を設ける効果が大き

【0020】下部電極130には、400 kHzから13.56 MHzの範囲のバイアス電力を供給するバイアス電源140がマッチング回路・フィルタ系141を介して接続されて試料Wに印加するバイアスを制御する。本一実施例では、バイアス電力の周波数を800 kHzとしている。

【0021】本実施例によるプラズマエッチング装置は以上のように構成されており、このプラズマエッチング装置を用いて、たとえばシリコン酸化膜のエッチングを行う場合の具体的なプロセスを、次に説明する。

【0022】まず、処理の対象物であるウエハWは、図示していない試料搬入機構から処理室100に搬入された後、下部電極130の上に載置され、必要に応じて下部電極の高さが調整されて所定のギャップに設定される。ついで、処理室100内に試料Wのエッチング処理に必要なガス、たとえば C_4F_8 とArと O_2 が、図示していないガス供給手段から処理室100に供給される。同時に、処理室100は真空排気系106により所定の処理圧力になるように調整される。次に、高周波電源120からの450MHzの電力供給により電磁波が放射される。そして、磁場形成手段により処理室100の内部に形成される160ガウス(450MHzに対する電子サイクロトロン磁場強度)の概略水平な磁場との相互作用により処理室100内にプラズマPが生成され、処理ガスが解離されてイオン・ラジカルが発生する。さらに、アンテナバイアス電力や下部電極からのバイアス電源140からのバイアス電力によりイオンやラジカルを制御して、ウエハWにエッチング処理を行う。そして、エッチング処理の終了にともない、電力・磁場および処理ガスの供給を停止

してエッチングを終了する。

【0023】本実施例におけるプラズマエッチング装置は上記のように構成されており、ウエハのエッチング処理は上記のようにして行われる。そして、処理プロセスを繰り返すうちに処理室内部には反応生成物が徐々に堆積していき、堆積膜が剥離するなどして異物が発生するようになる。そして異物数がある管理基準（たとえば $\phi 0.2\mu\text{m}$ 異物で20個/ウエハ以下）を越えた時点で、処理室を大気開放してウェットクリーニングを行う。

【0024】本実施例に特徴的な構造である側壁スリーブ101は、ポリエーテルイミド製であり、ウェットクリーニングなどの為に側壁インナーユニット103の温度を23℃程度の室温にし、装置を大気開放しているときに交換・設置される。

【0025】本実施例のプラズマエッチング装置は、ウェットクリーニング時にアンテナをヒンジ114を支点に約180度開くことができる。側壁スリーブ101は、このように開放した状態で上方に引き抜いても良いし、側壁インナーユニット103とともに処理室100から取り外して、その後、側壁インナーユニット103から取り外しても良い。

【0026】側壁スリーブ101は、厚みは2mmとし、室温23℃において、外径が側壁インナーユニット103の内径より0.1mm小さい構造にしてある。

【0027】このため、室温の側壁インナーユニット103から、容易に取り外すことができる。

【0028】また、側壁スリーブの取り付けは次のように行う。処理室100を大気開放している時に、室温において、洗浄された側壁スリーブ101を側壁インナーユニット103にはめ込み、処理室100を組み立てる。その後、側壁インナーユニット103は50℃に温度調節される。この時、樹脂製の側壁スリーブ101とAl製の側壁インナーユニット103はどちらも温度上昇に伴って膨張するが、Al製の側壁インナーユニット103よりも、樹脂製の側壁スリーブ101のほうが熱膨張係数が大きいので、それらは緩く密着する。その後、プラズマ放電により、側壁スリーブ101の温度が上昇してさらに膨張し、側壁インナーユニット103に密着した状態となる。この状態では、側壁スリーブ101は、側壁インナーユニット103により温度調節された状態になる。

【0029】例えば、23℃において、側壁インナーユニットの内側の直径が400mmとすると、樹脂層である側壁スリーブ101は、外径を399.9mmで作成してある。室温においてこの側壁スリーブを側壁インナーユニットにはめ込んだあと、プラズマ処理を行うときには、側壁インナーユニットは50℃に温度調節してあり、側壁スリーブはプラズマからの入熱により、約60℃以上になるとする。この時、Al製の側壁は、熱膨張係数が $24 \times 10^{-6}/\text{K}$ であるため、27℃の温度上昇で側壁内側の直径が、40

0.08mmになる。また、樹脂製の側壁スリーブ101は、ポリエーテルイミドの熱膨張係数が $56 \times 10^{-6}/\text{K}$ であるため、37℃の温度上昇により、外側の直径が400.16mmとなろうとし、寸法差0.08mmの分、側壁に密着し、側壁との熱伝導により温度調節される。

【0030】本実施例のように、側壁スリーブ101を密着させた構造で、プラズマ処理を実施したところ、異物が少なく、また、側壁と密着させていない場合に比べてデポ堆積状態は良好で剥離する様子はなかった。

【0031】本実施例の樹脂製側壁スリーブ101の材料は、ウエハへの汚染を防止するため、樹脂中のNa濃度が低いポリエーテルイミド（例えば、日本ポリベンコ（株）製のウルテム）を用いている。樹脂材料としては、この他に、ポリイミド樹脂やポリエーテルエーテルケトン、ポリアミドイミドなどが使用できる。

【0032】次に、他の実施例を図2～図4に示す。図2には、樹脂層である側壁スリーブ101の外径、図3には、側壁インナーユニット103の内径、そして図4には、樹脂層である側壁スリーブ101を側壁インナーユニットにはめ込む様子を示している。本実施例は、まず、側壁スリーブ101を側壁インナーユニット103の内径(D)より0.05mm大きい外径(D+0.05mm)の円筒形状に作成する。次にAl製の側壁インナーユニット103を80℃に加熱し、側壁インナーユニットが側壁スリーブ101より大きい内径になっている状態で、側壁スリーブ101を室温（約23℃）状態ですばやく挿入する。この時の側壁インナーユニット103の温度は80℃で実施したが、さらに高い温度にすれば、側壁スリーブ101との直径差が大きくなり、より容易にはめ込むことができる。側壁スリーブが配設された後、側壁スリーブ101は、側壁インナーユニット103により加熱され、側壁インナーユニット103と密着することができる。

【0033】以上、本発明のプラズマ処理装置について実施例により説明したが、本発明は、これら実施形態例に何ら限定されるものではない。例えば、実施例では、有磁場UHF帯電磁波放射方式のドライエッチング装置に適用した例を示したが、他のプラズマ発生方式（マイクロ波ECR方式、誘導結合方式、有磁場マイクロ波方式）を用いるエッチング装置にも適用できるし、プラズマCVDにも適用できる。また、プラズマ処理室の温度調節方法も実施例に示した冷媒温調方式ばかりでなく、ヒータによるものでも良い。

【0034】また、前記の実施例は、いずれも処理対象が半導体ウエハの場合であったが、本発明はこれに限らず、例えば処理対象が液晶基板の場合にも適用できる。

【0035】

【発明の効果】本発明のようにプラズマ処理室の内壁に樹脂層を配設することにより、プラズマ処理室を構成する金属壁面からの金属汚染を防止でき、また、樹脂層への炭素系堆積物を安定に堆積できることで異物発生が抑

制される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の一つであるプラズマエッチング装置の概略断面図である。

【図2】本発明のプラズマ処理装置の樹脂層に相当する側壁スリーブの寸法を示す概略斜視断面図である。

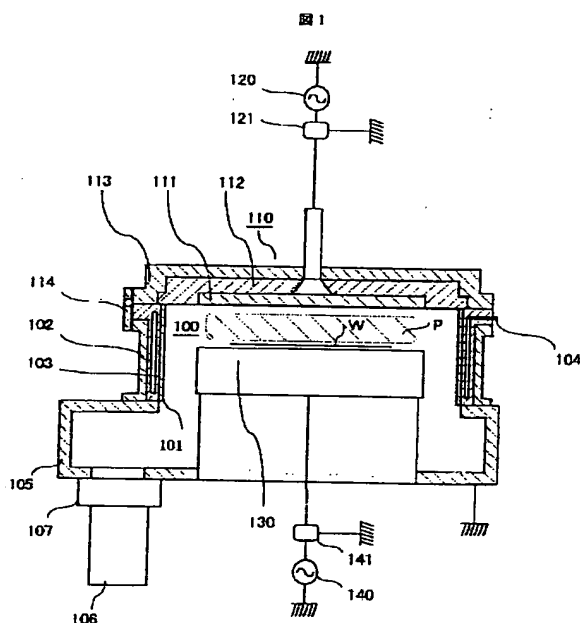
【図3】本発明の実施例の一つであるプラズマエッチング装置の側壁の寸法を示す概略斜視断面図である。

【図4】本発明のプラズマ処理装置の樹脂層に相当する側壁スリーブをプラズマエッチング装置の側壁に配設する様子を概略斜視断面図である。

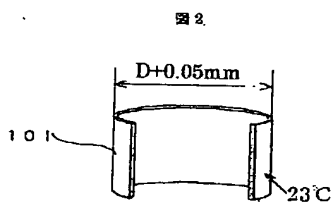
【符号の説明】

100…処理室、101…側壁スリーブ(樹脂層)、102…側壁、103…側壁インナーユニット、104…熱媒体供給手段、105…真空室、106…真空排気系、107…圧力制御手段、110…アンテナ、111…円板状導電体、112…誘電体部品、113…ハウジング、114…ヒンジ、120…高周波電源、121…マッチング回路・フィルタ系、130…下部電極、140…バイアス電源、141…マッチング回路・フィルタ系。

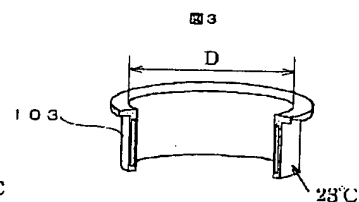
【図1】



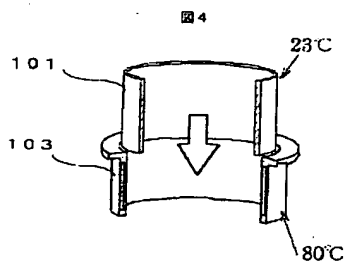
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 末広 満

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社
日立製作所笠戸事業所内

(72)発明者 増田 俊夫

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72) 発明者 福山 良次
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

Fターム(参考) 4K057 DA20 DD01 DM14
5F004 AA16 BA20 BB11 BB29 CA09
DA23 DA26